Aus der konservierenden Abteilung (Vorstand Professor Dr. Münch)
der Universitätszahnklinik zu Würzburg
(Direktor Professor Dr. Wustrow)

Die normale und feine Struktur des Zahnbeins mit besonderer Berücksichtigung der Neumann'schen Scheide

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der

Hohen medizinischen Fakultät

der

Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde

vorgelegt von

Iwan Radeff

Zahnarzt aus Daskot (Bulgarien)

1934

Buchdruckerei Richard Mayr, Würzburg.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Universität Würzburg.

Referent: Univ.-Prof. Dr. Jos. Münch.

Gewidmet meinen Eltern und Dr. D. Kadanoff,
aus Dankbarkeit und Liebe.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153309_0054

Das Zahnbein, das härteste Gewebe des menschlichen Körpers, dem Knochengewebe nahe verwandt, stellt die Hauptmasse des Zahnkörpers dar. Ueber den Bau des menschlichen Zahnbeins findet man in der Literatur so vielfache Angaben, wie sie sich besonders in dem bekannten Schema von Kantorowicz kondensiert haben. Das Dentin ist aus einer Grundsubstanz ähnlich der des Knochens und zahlreichen Dentinröhrchen, in denen die Ausläufer der Odontoblasten, die sog. Tomes'schen Fasern, verlaufen und die Grundsubstanz durchziehen, zusammengesetzt. Auf gewöhnlichen Querschliffpräparaten sieht man diese Tomes'schen Fasern in der Mitte der Kanälchen von einem hell erscheinenden Saum umgeben. Aber gerade diese Ansichten gehen hier auseinander, ob letzterer ein Kunstprodukt sei oder nicht. Die Grundsubstanz enthält die Kalksalze, welche an manchen Stellen mangelhaft eingelagert sein können. In diesem Falle entstehen sog. Interglobularräume, welche gewöhnlich an der Grenze des Zahnbeins und Zements in der Wurzel als Interglobularschicht (Tomes'sche Körnerschicht) vorkommen. Schon bei kleiner Vergrößerung sind im Zahnbein Kanälchen zu erkennen. Ihre Richtung in der Krone, in Längsschnitten betrachtet, ist radiär zur Pulpa angeordnet. An der Wurzel liegen die Dentinkanälchen mehr parallel und horizontal. Die Zahnbeinkanälchen stehen, wie Walkhoff in seiner Arbeit „Normale Histologie menschlicher Zähne" 1924 ausführlich geschildert hat, mit offenen Mündungen mit der Pulpahöhle in Verbindung und verlaufen unter mannigfaltigen Krümmungen im großen und ganzen radiär von der Pulpahöhle zur Oberfläche. Nahe der Wurzelspitze sind die Kanälchen fast horizontal oder sogar mit ihren äußeren Enden wurzelwärts gekrümmt. Gegen den Zahnhals zu richten sich die Zahnbeinkanälchen mehr und mehr auf, sodaß ihr äußeres Ende kronenwärts aufsteigt. In den Kauflächen selbst richten sie sich so auf, daß sie unter den Spitzen und Höckern der Krone nahezu in der Längsrichtung des Zahnes verlaufen. Mit der Struktur des Dentins haben sich viele Autoren beschäftigt, wie Retzius und Linderer, später Kollmann und v. Ebner. Nach Retzius und Linderer weist jeder Kanal meist eine zweimalige Krümmung auf, die später Kollmann und v. Ebner treffend mit einer S-förmigen Linie verglichen haben. John und Charles Tomes teilten sie in primäre und secundäre usw. ein. Welker hat auf Querschnitten des Dentins einen spiralenförmigen Verlauf der Dentinkanälchen nachgewiesen.

Walkhoff erklärt die Spiralenform so: „Die Odontoblasten stehen unter einem konstanten Druck, welcher veranlaßt, daß bei der beginnenden Verkalkung in der dentinogenen Substanz eine Stauchung

des Dentinfortsatzes und damit eine Drehung desselben stattfindet. Die Zahl der Zahnkanälchen sind im Kronenhals doppelt so groß wie im Wurzelteile. O. Römer zählte im Kronenteile 31 500 Kanälchen im Querschnitt auf einen Quadratmillimeter, dagegen nur 14 700 auf derselben Fläche im Bereich der Wurzel.

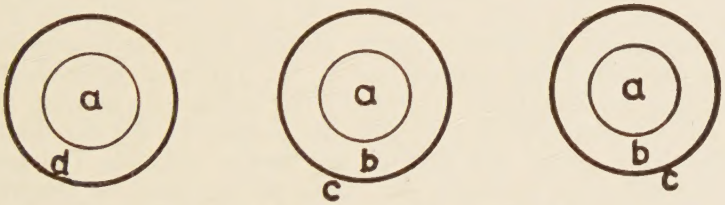
Im Bereich der Zahnkrone gehen die Kanälchen zum Teil bis an die Zahnbeingrenze gegen den Schmelz heran und hören dort entweder scharf abgeschnitten auf oder setzen sich noch ein kurzes Stück weit in den Schmelz fort. Sie bestehen in trockenen Schliffen aus lufthaltigen Röhrchen, in frischem Zustande sind letztere durch die Dentinfortsätze der Odontoblasten (Zahnfasern) ausgefüllt. Daß über den feineren Bau des Zahnbeins heute Klarheit herrscht haben wir dem englischen Zahnarzt John Tomes und dem deutschen Joseph Linderer zu verdanken. Ersterer gab schon im Jahre 1898 eine Abbildung vom Zahnbein.

Tomes fand eine besondere Wandung, später von Kölliker näher beschrieben und 1863 von Neumann als Zahnscheide bezeichnet und nach ihm benannt. Viel früher, im Jahre 1848, hatte Linderer eine genaue Beschreibung über die Struktur des Zahnbeins gegeben (Handbuch der Zahnheilkunde, 2. Bd.), weswegen manche Autoren wie Walkhoff der Meinung sind, daß es richtig sei, die Dentinfortsätze als Linderer'sche Fasern und die Neumann'sche Scheide als Retzius'sche Scheide zu bezeichnen. Die Dentinkanälchen haben in den verschiedenen Altersperioden eine verschiedene Weite. Kölliker gab die Weite der Dentinkanälchen mit 0,0013 bis 0,0022 an. In der Nähe der Pulpa liegt meist sehr wenig Grundsubstanz, zwischen ihr besonders in jüngeren Zähnen ist an dieser Stelle das Lumen der Kanälchen sehr groß. Ursprünglich glaubte man allgemein dafür diese Wirkung von Säuren verantwortlich machen zu können. J. Tomes hielt eine einfache Ausscheidung von Kalksalzen in den Kanälchen für möglich. Fleischmann hat in unserer Zeit die gleiche Auffassung wie Tomes vertreten. Walkhoff hat nachgewiesen, daß der ganze Vorgang physiologischer Natur ist, bedingt durch einen das Dentin und damit das Pulpagewebe treffenden Reiz. Der Prozeß kann nach Walkhoff soweit fortschreiten, daß das Zahnbein ein nahezu homogenes Gewebe wird. Der Seidenglanz verschwindet und es entsteht durchsichtiges sog. transparentes Zahnbein. Wie oben erwähnt, war J. Linderer der festen Ueberzeugung, es seien isolierte Röhrchen zu finden, deren Inhalt sich als feste Fasern zeigte. Später fand J. Tomes auch, daß die Kanälchen weiche Fibrillen enthalten. Aehnliches sahen Kölliker und Lent. Im Jahre 1863 erschien von Neumann eine Monographie, welche sich mit der Struktur der Zahnfasern beschäftigte. Die Arbeit Neumanns modifizierte die damaligen Anschauungen wesentlich. Er gab folgende Beschreibung: „Zahnröhrchen besitzen eigene isolierbare, mit der Zwischensubstanz des Zahnbeins gemein-

sam verkalkte Wandungen. In den Zahnröhrchen sind faserige und verkalkte Fortsätze und die peripheren Pulpazellen enthalten Zahnfasern. Die isolierbaren verkalkten Wandungen der Zahnröhrchen sind nicht die mit der Grundsubstanz verschmolzen verkalkten Membranen der in ihnen enthaltenen Zellfortsätze, sondern verdickte Teile der verkalkten Grundsubstanz selbst analog den Kapselbildungen (Zahnscheiden). Nach Neumann wurden von manchen Autoren auch die Entwicklungsvorgänge mit in Betracht gezogen. Auch Waldeyer hatte sich darum bemüht. Er erläuterte seine Umwandlungstheorie im Stricker'schen Handbuch der Gewebelehre (Leipzig 1871, S. 332) folgendermaßen: „Während immerfort die peripheren Teile der Odontoblasten sich in leimgebende Substanz unter nachfolgender Verkalkung der letzteren umwandeln und ihre Formen schwinden, bleibt ihr zentraler Teil als mehr oder minder langer Faden in der erhärteten Masse stecken und stellt die erste Anlage einer Zahnfaser dar. Jede Zahnfaser muß mit ihren Anastomosen als ein Rudiment mehrerer zusammenhängender Odontoblasten angesehen werden. Die zunächst um die Zahnfasern liegenden Schichten der Grundsubstanz wandeln sich, wie nach dem chemischen Verhalten anzunehmen ist, in eine elastische Masse um und bilden die „Neumann'schen Zahnscheiden". In neuerer Zeit kommt Walkhoff entgegen den Angaben der früheren Autoren für die Erkennung der Zahnscheiden mit seiner eigenen Meinung darüber. „Bekanntlich ist die Zahnscheide im Längsschnitt gar nicht, im Querschnitt ziemlich schwierig zu erkennen". Weiter sagt Walkhoff: „Der geübte Beobachter sieht die Zahnscheide immer wenn er eine geeignete Beleuchtung wählt". Ferner rechnete Römer die als Neumann'sche Scheide bezeichneten Röhrchen strenge zu den Zahnfasern, während Walkhoff dieselben als Zwischenstufe zur Zwischensubstanz, d. h. als Produkt der Umbildung des Dentinfortsatzes sah. Walkhoffs Auffassung nach entspricht der Vorgang der beschriebenen allmählichen Verkleinerung des Lumens der Dentinkanälchen deren Seitenzweige bis zum vollständigen Verschwinden der letzteren, ganz und gar dem Altern einer Zelle überhaupt. Römer glaubt im Gegensatz zu v. Ebner auf Grund seiner Untersuchungen annehmen zu dürfen, daß Zahnbeinkanälchen und Tomes'sche Fasern nicht nur den Inhalt der Zahnbeinkanälchen bilden, sondern Inhalt und Neumann'sche Scheide zugleich darstellen. Um nun den vollkommenen Beweis zu erbringen, daß die Tomes'schen Dentinfasern identisch sind mit den von Kölliker beschriebenen Zahnbeinröhrchen machte Römer weitere Versuche um neue Präparate zu gewinnen. Er hatte ohne Mazeration Odontoblastenfortsätze im Zusammenhang mit der Pulpa erhalten, um durch Vergleich der Größenverhältnisse der auf beide Arten gewonnenen Gebilde zu einem beweisenden Resultat zu kommen. Er fand nun, daß die auf diese Weise im Zusammenhang mit der Pulpa gewonnenen Odonto-

blastenfortsätze vollständig identisch waren mit den Pulpadentinfortsätzen der Schliffpräparate, welche er durch Mazeration gewonnen hatte. Damit glaubte er nun endgültig bewiesen zu haben, daß wirklich die Tomes'schen Fasern nichts anderes sind als die von Kölliker beschriebenen Zahnbeinröhrchen. Die von manchen Autoren anerkannten Zahnscheiden sind nach Walkhoff in dem Dentin färbbar, während in der dentinogenen Substanz eine Differenzierung durch Farbstoffe für Zahnscheiden bisher nicht gelungen ist. Dies, meint Walkhoff, ist einerseits ein deutlicher Beweis dafür, daß die Zahnscheiden ein späteres Produkt der Zahnfasern sind und daß andererseits die späteren Zahnscheiden ein anderes Gewebe mit besonderen chemischen Eigenschaften bilden als es die vollkommen verkalkte Zwischensubstanz ist. Walkhoff hat auch die Behauptung aufgestellt, daß die Tomes'schen Fibrillen, welche bei der Zerreißung von entkalktem Zahnbein oder bei der vollständigen Isolation mit Säuren entstehen, Zahnscheiden und Zahnfasern seien. Es ist schon von Neumann in seiner klassischen Arbeit ausgiebig geschildert, daß die „Zahnscheiden" längere Zeit selbst kaustischen Alkalien widerstehen. Die Zahnkanälchen lassen sich durch Mazeration des Zahnbeins mit starken Säuren und Alkalien isolieren, und diese Isolierbarkeit beruht auf der Anwesenheit einer besonderen Wandung der Röhren, welche sehr widerstandsfähig und von der leimgebenden Grundsubstanz verschieden ist. Diese besonderen Wandungen der Zahnkanälchen, die „Zahnscheiden" Neumanns, lassen sich auch an dünnen Querschliffen der Zahnkanälchen wenn auch nicht immer, wahrnehmen. An Schnitten von entkalkten Zähnen lassen sich die Scheiden durch Färbung, insbesondere mit Delafields Hämatoxylin deutlich sichtbar machen. (L. Fleischmann). Selbstverständlich gelingt dies jedoch nur an den Hauptkanälchen. Walkhoff schreibt später: „Immerhin finden bei der Isolation der Zahnscheiden durch die Säuren eingreifende Veränderungen statt. Es tritt bei der Einwirkung von Säuren und besonders in getrockneten Schliffen eine bedeutende Schrumpfung etwa auf die Hälfte der Dicke bei den Zahnscheiden ein. Die Lumina der Dentinkanälchen, welche vorher mit Luft angefüllt waren, verschwinden vollständig und die Zahnscheiden erscheinen nach vollständiger Isolation als strukturlose reine Fäden. Bevor diese Umwandlung sich jedoch vollzieht, sieht man in den mit Säure behandelten Zahnscheiden kornförmige Gebilde, welche perlschnurartig aneinandergereiht etwa so aussehen, als wenn ein mit Wasser gefülltes Glasrohr zahlreiche Luftblasen enthält. Die Gebilde sind in der Tat teils noch in den Dentinkanälchen enthaltene Luft, teils Reste der eingetrockneten Zahnfasern". Vor allem müssen wir zurück zu der Neumann'schen Arbeit über die Zahnscheiden kommen. Neumann hatte folgenden Schlußsatz aufgestellt: „Die Zahnkanälchen sind nicht einfache Lücken in der verkalkten Zahnbeinsubstanz, sondern sie sind

der Regel nach wenigstens von einer gegen die Zwischensubstanz deutlich differenzierten mit derselben jedoch gemeinsam verkalkten Wand umschlossen. Ueber die Dicke der Zahnscheiden gibt es verschiedene Anschauungen. Römer hält die letzteren nur für äußerst feine Ringe, um welche gegen die eigentliche Interzellularsubstanz noch eine dicke Lage von mangelhaft verkalkter Grundsubstanz liegt. Walkhoff dagegen sah sie ebenfalls als eigentliche Zahnscheide an, die eine sehr dünne aber sich besonders auf Hämatoxylin färbende Grenzschicht besaß. Fleischmann sah Walkhoffs äußere Grenzschicht als Zahnscheide an und hielt den großen Abstand zwischen dieser und dem Dentinfortsatz für einen leeren Raum, der durch Schrumpfung entstanden sei. Die Histologie der Dentinkanälchen ist sehr umstritten. Es erschienen in letzterer Zeit Arbeiten von Hanazawa über den genauen Bau des Dentins (V, J. Schr. F. Zhlkde. 1923 Heft 3), ferner eine Arbeit von Mayer „Die feine Histologie der Dentinkanälchen" (G. M. Schr. f. Zhlkde. 1926), Walkhoff „Zur Verteidigung seiner früheren Ansichten" (D. M. Schr. f. Zhlkde. 1924, H. 22), vor allem gegen Hanazawa, aber auch gegen Fleischmann und Römer. Um die verschiedenen Ansichten näher zu erklären bringe ich zunächst das bekannte Schema von Kantorowicz.



a) Tomes'sche Faser.
b) Walkhoff Neumann'sche Scheide.
Fleischmann, leerer Raum durch Schrumpfung der Faser entstanden.
c) Walkhoff, Grenzschicht zwischen den Neumannschen Scheiden und dem Dentin.
Fleischmann, Neumann'sche Scheide.
c) Römer, Uebergang der mangelhaft verkalkten Substanz in die Grundsubstanz.
d) Grundsubstanz.

Ich schließe mich der Anschauung Fleischmanns an, daß zwischen Walkhoffs äußerer Grenzschicht und den Dentinfasern ein leerer Raum existiert, der durch Schrumpfung der Fasern zustande gekommen ist. Was jedoch Fleischmann als Neumann'sche Scheide ange-

sehen hat, betrachte ich wie Römer als Uebergang der mangelhaft verkalkten Substanz in der Grundsubstanz. Die Fibrillen der Zahngrundsubstanz sind wie im typischen Knochen zunächst zu feinen Bündeln von etwa 2 Durchmesser vereint. Sie sind aber nicht wie im Knochen in deutliche Lamellen geordnet. Der Verlauf der Bündel geht in der Hauptsache nach der Längsrichtung des Zahnes, jedoch die Längsachse keineswegs parallel. Die Bündel überkreuzen sich vielfach und zwar hauptsächlich in Ebenen, welche senkrecht auf der Verlaufsrichtung der Zahnkanälchen stehen. Selten ist das menschliche Zahnbein durch und durch gleichmäßig verkalkt. In der Regel finden sich unverkalkte Stellen der Grundsubstanz (Interglobularräume) gegen welche sich das verkalkte Gewebe durch kugelige oder Kugelsegmenten entsprechenden Vorsprüngen, Zahnbeinkugeln, abgrenzt (Kölliker). Fast regelmäßig findet sich am Hals und Wurzelteil des Zahnes, unter dem Zement eine Schicht vielfach zusammenfließender an lufttrockenen Schliffen bei schwacher Vergrößerung wie eine körnige, dunkle Masse sich darstellende Interglobularräume die sog. Körnerschicht. (J. Tomes). Gegen den Kronenteil des Zahnes zu treten oft an Längsschnitten, seitenweise geordne tgroße Interglobularräume mit begrenzenden Kugeln auf, daneben auch Reihen sehr kleiner Räume. Die reihenweise geordneten Interglobularräume der Krone bilden, wenn sie in größerer Zahl vorhanden sind, eine deutlich ausgeprägte Schichtung, deren Durchschnitt die Konturlinien Owens darstellt. Diese entsprechen in der Tat einer schichtweisen Ablagerung des Zahnbeins (Czermak). Sie haben eine gewisse Analogie mit den Retzius'schen Streifen des Schmelzes. Bei der Bildung des Zahnbeins grenzt sich nämlich der bereits verkalkte Teil gegen den unverkalkten in Sprüngen der Fläche ab, die dann bei Unterbrechung der Verkalkung zur Bildung von Interglobularräumen Anlaß geben. Die der Pulpa zugewendete Seite des Zahnbeins ist namentlich in der Krone sehr häufig mit Zahnbeinkugeln besetzt. (Czermak, Kölliker). Der Entdecker der Zahnkanälchen ist Leeuwenhoek. Eine eigenartige Veränderung erleidet das Zahnbein besonders in den Wurzeln im höheren Alter, es verliert den Seidenglanz und hat ein hornartig durchscheinendes Aussehen. Man bezeichnet es als transparentes Dentin. Die Ursache dieser Veränderung des Zahnbeines ist wie L. Fleischmann nachwies ein völliges Verschwinden der Lichtungen der Zahnkanälchen. Durch Ablagerung ein festen verkalkten Substanz, ohne daß jedoch die Wandungen der Zahnkanälchen, deren Neumannsche Scheiden nicht vollkommen erhalten sind, in neugebildete verkalkte Grundsubstanz, wie Walkhoff annimmt, umgewandelt würden. L. Fleischmann schrieb in der „Oesterreich-Ungarischen Vierteljahresschrift für Zahnheilkunde" 1907, Heft 1, über das Problem der Existenz der Neumann'schen Scheide und der Tomes'schen Fasern. Die über den Inhalt der Dentinkanälchen bestehende Ansicht

gründet sich hauptsächlich auf die Arbeiten Neumanns und Waldeyers. (Beitrag zur Kenntnis des normalen Zahnbeins und Knochengewebes, Leipzig 1863).

Waldeyer — (Untersuchung über die Entwicklung der Zähne, Zeitschrift f. rat. med. 24. Bd. 1865). Nach diesen beiden Autoren läßt sich folgendes sagen: „Die Kanälchen in der verkalkten Zone der Dentingrundsubstanz sind an besonderen isolierbaren Wandungen, den Neumann'schen Scheiden — ausgekleidet in der verkalkten, der dentinogenen Zone, dagegen sind einfache wandungslose röhrenförmige Lücken in der Grundsubstanz vorhanden. Den Inhalt der Kanälchen bilden dieser Lehre zufolge solide protoplasmatische Fortsätze der Odontoblasten (Zahnfasern, Tomes'sche Fasern) genannt, die innerhalb der Scheiden durch die ganze Dicke des Dentins verlaufen. Demgegenüber hatte Römer in seiner im Jahre 1899 erschienenen zahnhistologischen Studie behauptet, daß es besondere Wandungen der Kanälchen nicht gäbe, daß der Odontoblastenfortsatz ein röhrenförmiges, Flüssigkeit bzw. einen unerforschten Inhalt begrenzendes Gebilde sei, das gleichförmig durch die ganze Dicke des Dentins, also durch verkalkte und unverkalkte Zonen verliefe. L. Fleischmann hatte in der Oesterreichisch-Ungarischen Vierteljahresschrift für Zahnheilkunde 1905 H. 1 zwei getrennte Fragen vorgelegt: 1. Nachdem kein Zweifel mehr bestand, daß die Römer'schen Odontoblasten und die Neumann'schen Scheiden identische Bildungen sind, hat die Neumann'sche Scheide bzw. auch der Römer'sche Fortsatz einen soliden protoplasmatischen Inhalt wie man allgemein annimmt, oder einen flüssigen, wie es die Ansicht Römers ist. 2. Sind diese Scheiden nur in der verkalkten Zone vorhanden, so wie die alte Lehre besagt, oder reichen sie bis zur Pulpa bzw. bis zu den Odontoblasten, denen sie, wie Römer behauptet, wie ein Gummischlauch übergestülpt sein sollen. Fleischmann schreibt weiter: Die erste Frage, ob innerhalb der Scheide ein solider Inhalt vorhanden ist, beantworte ich im Sinne der bisherigen Lehre und im Gegensatz zu Römer mit ja. Römer behauptete (zahnhistologische Studie, Freiburg, 1. Bd. 1899), daß Zentralscheiden in Querschnitten durch die Kanälchen der Odontoblastenfortsätze verlaufen, worunter er aber Scheide samt Inhalt versteht. Der helle Raum rings herum ist ein Hohlraum, der durch die Entwicklung künstlich erzeugt worden ist und der den Autoren die Scheide vorgetäuscht haben soll. Fleischmann ist mit dieser Anschauung nicht einverstanden. Die Entkalkung kann Fleischmanns Ansicht nach unmöglich für die Entstehung dieses Hohlraums verantwortlich gemacht werden, denn

1. hat Römer in seiner zahnhistologischen Studie diesen Hohlraum auch an Zahnschliffen, also in nicht entkalktem Zustande gefunden und abgebildet und

2. ist der Kontraktionsgrad zur Entkalkung wohl geeignet, die Kalksalze zu extrahieren, niemals aber zu einer totalen Auflösung der Grundsubstanz zu führen, wie sie notwendig wäre, um die Römer'sche Ansicht annehmbar zu machen. Fleischmann hält auf Grund seiner Präparate für ganz berechtigt, daß Scheiden und Fasern zwei verschiedene Gebilde sind. In neuester Zeit hatte Kantorowicz gute schematische Bilder von den drei heute bestehenden Ansichten gegeben.

Fleischmann bildet in seiner Arbeit über das transparente Dentin (Oest.-Ung. Viertelj. Schr. f. Zhlkde. 1907, H. 1) einen Längsschnitt ab, bei welchem die Dentinfasern scheinbar bald an dieser, bald an jener äußeren Wand der Zahnscheide liegen. Kantorowicz hat sich der Anschauung Fleischmanns angeschlossen. Nach diesem Autoren sollen die Zahnfasern (in frischem Zustand) auch den hellen verhältnismäßig sehr breiten kreisförmigen Ring vollständig ausfüllen, welchen Walkhoff als Zahnscheide im Querschnitt bezeichnet hat. Fleischmann und Kantorowicz erkennen nur den äußersten Rand des kreisförmigen Gebildes, welche der Grundsubstanz des Zahnbeins unmittelbar anliegt und durch Hämatoxylin besonders stark gefärbt werden kann, überhaupt als Zahnscheide an. Walkhoff schreibt ferner in der Oesterreichisch-Ungarischen Vierteljahresschrift f. Zahnheilkunde (H. 1, 1914): „Was Fleischmann als eigentliche Zahnscheide angesehen hat, ist in Wirklichkeit nichts weiter als die Grenzschicht zwischen Zahnscheide und Grundsubstanz. Der Grenzschicht Walkhoffs nach ist das formative Uebergangsstadium der eigentlichen Zahnscheide in die Grundsubstanz. Er schreibt weiter: „Es sei nicht recht verständlich, daß Fleischmann in seiner Arbeit „Die Entwicklung der Zahnscheiden" sage: „Walkhoff habe diesen Gedanken nicht ganz konsequent durchgeführt, weil er merkwürdigerweise die Scheiden für eine sekundäre Bildung des Dentins, die sich um die präformierten Zahnfasern herumbilden, erklärte". Dabei kommt Fleischmann in dieser Arbeit selbst zu der Ansicht, daß die Zahnscheide nur „ein Vorstadium der Grundsubstanz sei". Ich konnte an meinen Präparaten feststellen, daß das was Walkhoff als Neumann'sche Scheide angesehen hat, nach Hanazawa tatsächlich aber leerer Raum ist. Die Grenzschicht Walkhoffs oder die Neumann'sche Scheide Fleischmanns ist weiter nichts als die nur wenig verkalkte Wandung eines Kanals. Beim Betrachten eines ungefärbten Querschliffes (Abb. 2) sieht man die einzelnen Dentinkanälchen, sofern sie mit Luft gefüllt sind, dunkel erscheinen, im allgemeinen kann man annehmen, daß die Dentinkanälchen untereinander auf gleicher Höhe eine ziemlich gleichmäßige Lage und Größe innerhalb der Grundsubstanz haben. Weiter gelang es mir auch an meinen Präparaten Seitenzweige der Fasern zu finden. Die aus den Dentinkanälchen entstehenden Seitenzweige anestomisieren mit den benachbar-

ten Röhrchen. Die Stärke dieser Dentinkanälchen ist verschieden, sie verzweigen sich in Endästen und treten zum Teil in den Schmelz hinein. Walkhoff in seiner Arbeit „Neuuntersuchungen über den feineren Bau der Dentinkanälchen (D. M. Schr. f. Zhlkde. 1924, Heft 22) sieht diese Gebilde, die in Längsschnittpräparaten besser zu erkennen sind, auch als Elemente seiner Scheide an. Das, was Walkhoff als radiär verlaufende dunkle Fäden in seiner Scheide gesehen hat, sind nach meinen Untersuchungen die Seitenzweige der Fasern. Die Seitenzweige dringen in entsprechenden kleinen Zweigen des Dentinröhrchens ein. Die Dentinfasern sind gegen mechanische und chemische Einflüsse sehr widerstandsfähig. Hanazawa hat ferner aufmerksam gemacht, daß es eine Wand der Dentinröhrchen gibt, die dicht an der Grenzsubstanz anliegt und Farbstoff aufnimmt, wodurch dieser auch dunkler gefärbt sei. Diese Wand besteht scheinbar aus unverkalkter oder mangelhaft verkalkter Grundsubstanz. Für die Erklärung des feineren Baus der Zahngrundsubstanz müssen wir zunächst v. Ebner nochmals Dank sagen. Selbstverständlich zu gleicher Zeit soll J. Tomes erwähnt werden, der noch früher als v. Ebner behauptet hatte, daß die Grundsubstanz ein körniges Aussehen zeige. V. Ebner hatte festgestellt, daß die organische Grundsubstanz aus vielen feinen Fibrillen zusammengesetzt ist und nach v. Ebners Angaben sind sie etwa 0,5 dick und zu Bündeln von etwa 2 Durchmesser vereinigt. Gebhard hat im Archiv für Entwicklungsmechanik 1900 diese Entdeckung v. Ebners erweitert und näher erklärt. In älteren Zähnen verschwindet die Fibrillenstruktur des Zahnbeins vollständig. Die Fibrillen sind alsdann vollständig verkalkt, die ursprüngliche Elastizität des Gewebes ist stark vermindert. Walkhoff hatte mittels Aufnahmen mit ultraviolettem Licht auch an gewöhnlichen Präparaten von der dentinogenen Substanz festgestellt, daß sich schon in diesem Vorstadium des fertigen Zahnbeins zahlreiche Fibrillenbündel formieren können, welche parallel der Pulpaoberfläche verlaufen. „Sie erscheinen in der dentinogenen Substanz als unmittelbare Umwandlung der freien, aber schärfer ausgeprägten Grenzlinie zwischen Pulpa und dentinogener Substanz". In Bezug auf die Verkalkung der organischen Grundsubstanz des Zahnbeins, wie viele Autoren im allgemeinen annehmen, ist folgendes zu sagen: da die Einlagerung der Kalksalze zunächst in Kugelform geschieht, werden die Zwischenräume zwischen den Kugeln, welche einen um so kleineren Durchmesser haben, je besser die Verkalkung erfolgt, bei der normalen Bildung wiederum sofort mit Kalksalzen ausgefüllt. So entsteht im allgemeinen dichtes gleichartiges Zahnbein. Wenn aber die Kalkablagerung nicht in genügender Menge erfolgt, so zeigen sich im fertigen Gewebe mehr oder minder große Kugeln, bestehend aus Kalksalzen, welche große zackige Zwischenräume aufweisen. Diese Zwischenräume sind zurückgebliebene Reste der unverkalkten pri-

mären Grundsubstanz des Zahnbeins. Die Interglobularräume finden sich auch im fertigen Zahnbein und dabei vereinzelt oder in größerer Anzahl ohne oder mit bestimmter Anordnung. Die Interglobularräume haben, wie Hoppe-Seyler nachgewiesen hat, eine sehr große Widerstandsfähigkeit gegen Säure und Knochen, eine Eigenschaft, welche die dentinogene Substanz als erste Anlage des Zahnbeins im höheren Grade besitzt. Schon mit bloßen Augen kann man einen ganz abnormen Bau des Dentins erkennen. Von der Kronenspitze laufen ziemlich parallel den Schmelzrande beim Betrachten weiße Linien. Die „Linien", wie sie Kollmann nennt, sind die Konturlinien Owens. Sie sind jedesmal auf die Einsenkungen im Schmelze bezw. Zement gerichtet und finden sich in diesen Zähnen bis zur Wurzelspitze. Nach Walkhoff kann man makroskopisch auf jeder Seite des Schliffes zehn Konturlinien zählen. Die Breite sei zwischen ½—1/5 (normale Histologie menschlicher Zähne, 1924, Walkhoff). Wenn man die verschiedenen Autoren verfolgt, ist es leicht verständlich, daß fast alle der Meinung sind, daß die Interglobularräume wie auch die durch die letzteren bedingten Konturlinien als Zeichen mangelhafter Verkalkung der Grundsubstanz anzusehen sind. Genau dieselben Anomalien und mangelhaften Verkalkungen sind im Zahnschmelz zu finden. Es ist also ein inniger Zusammenhang zwischen der mangelhaften Verkalkung des Schmelzes und des Zahnbeins, wie sogar manche Autoren der Meinung sind, daß die Interglobularsubstanz des Zahnbeins in Form der Owen'schen Interglobularlinie zu den Retzius'schen Linien im Schmelze geben. Man kann noch an Längsschnittpräparaten fast mit voller Sicherheit sagen, daß keine Neumann'sche Scheide im Sinne Walkhoffs vorhanden ist. Auch die Querschnittpräparate bestätigen weiter diese Ansichten. Es ist leicht zu erkennen, wie im Längsschnitt der Präparate die Fasern genau unserer Wandung anliegen, welche Walkhoff als Grenzschicht zwischen Scheide und Dentin bezeichnet. Auf Abbildung 3 kann man sehr gut erkennen, wie jeder Kanal eine Tomes'sche Faser enthält. Genau so auf Abb. 3 bei a, b, und c sieht man die verschiedenen Stadien der Schrumpfung.

Bei a ist die Tomes'sche Faser weniger geschrumpft als bei b und c. In manchen Kanälen bleiben die Fasern, dagegen in anderen fallen sie aus, dafür können in erster Linie die verschiedenen Präparationsmethoden (Schleifen, Schneiden) verantwortlich gemacht werden. Nun kommt es darauf an, wieweit die Faser geschrumpft ist. Diejenigen Fasern, die irgendwie mit Seitenzweigen in Zusammenhang stehen, welche ins Dentin hinein ziehen oder mit der Wandung zusammenhängen, fallen nicht so leicht aus, wie diejenigen Fasern, welche keine Seitenzweige abgeben und nicht mit der Wandung zusammenhängen. In den verschiedenen Stadien der Schrumpfung weisen die Fasern auch verschiedene Formen auf. Solange sie nicht ge-

schrumpft sind, haben sie fast eine röhrenförmige Gestalt. Die an Schliffpräparaten beobachteten ringförmigen Schichten sind optische Erscheinungen. Die mittels mechanischen und chemischen Methoden isolierbare Fasersubstanz ist nichts anderes wie die Dentinfaser selbst, im Gegensatz zu manchen Autoren, die der Meinung sind, es sei Dentinscheide. Auf Grund meiner Beobachtungen bin ich zu der Anschauung gekommen, daß, was man als Neumann'sche Scheide angesehen hat, nun wie oben gesagt, auf einer optischen Täuschung beruht. Dies scheint auch tatsächlich so zu sein, wenn man die Schliffpräparate unter dem Mikroskop betrachtet oder man mikrophotographische Aufnahmen anfertigen läßt. (Vgl. Abb. 3).

Fertigt man sich aber Schnittpräparate von Zähnen an (ich habe für diesen Zweck frisch extrahierte Zähne verwendet) (Abb. 4), dann verschwinden diese Erscheinungen, die an nicht entkalkten Präparaten als Neumannsche Scheide von vielen Autoren angesehen wurde. Daraus kann man mit voller Sicherheit schließen, daß die von Neumann zum ersten Male beschriebene und von manchen Autoren anerkannte Scheide nicht existiert. Denn eine Zahnscheide wäre an Schnittpräparaten nicht verschwunden. Ferner möchte ich noch feststellen, daß der leere Raum zwischen den Dentinfasern und der Kanalwand durch Schrumpfung der Faser entsteht. Man sieht auch (Vgl. Abb. 3 S. ?) wie die einzelnen Fasern verschieden geschrumpft sind. Ich kann aber nicht der Ansicht Hanazawas beipflichten, der der Meinung ist, daß auch in Vivo solch ein Raum existiert.

Zum Schlusse ist es mir eine angenehme Pflicht Herrn Prof. Dr. Münch für seine liebenswürdige und fördernde Unterstützung meiner Arbeit an dieser Stelle meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Literaturverzeichnis.

1. Ebner, v.: Histologie der Zähne in Scheff, Handb. d. Zahnheilk. mit Einschluß der Histogenese, Bd. I, S. 325, 1891.
2. Feiler: Beiträge zur Biologie des Zahnbeins und der Pulpa. Dtsch. Monatsschr. f. Zahnheilk. 1923.
3. Fleischmann: Ueber Bau und Inhalt der Dentinkanälchen Arch. f. mikroskop. Anat., Bd. 66, S. 500, 1905.
4. — Zur Existenz der Neumannschen Scheide und Tomes'schen Fasern, Oesterr.-Ung. Vierteljahresschr. f. Zahnheilk. 1905, S. 506.
5. — Das transparente Dentin. Oesterr.-Ung. Vierteljahresschr. f. Zahnheilk. 1907, Heft 1 S. 30.
6. — Das irreguläre Dentin in Scheff-Pichler Handb. d. Zahnheilkunde Bd. I S. 747.
7. Hanazawa: Eine Studie über den genauen Bau des Dentins, Viertelj. Schr. f. Zahnheilk. 1923.
8. Kollmann: Zahnbein, Schmelz und Zement, Zeitschr. f. wissenschaftl. Zoologie, Bd. 20, S. 145.
9. Kantorowicz: Histologie der Karies in Klinische Zahnheilkunde, Bd. I, S. 514.
10. — Bakteriologische und histologische Studie über die Caries des Dentins. Handwörterbuch d. ges. Zahnheilk., Bd. II S. 1111.
11. Meyer: Die feinere Histologie der Dentinkanälchen. Dtsch. Monatsschr. f. Zahnheilk. 1926.
12. — Lehrbuch der normalen Histologie und Entwicklungsgeschichte der Zähne des Menschen, Breslau 1932.
13. Römer: Zahnhistologische Studie. Straßburg 1899.
14. — Erbringung des Beweises, daß die Tomes'schen Fasern identisch sind mit den kölliker'schen Dentinkanälchen, d. h. daß sie nicht nur Inhalt der Dentinkanälchen darstellen, sondern Inhalt und Neumann'sche Scheide. Dtsch. Monatsschr. f. Zahnheilk. 1905, S. 695.
15. Waldeyer: Bau und Entwicklung der Zähne in Handbuch der Lehre von den Geweben, herausg. von Stricker, Leipzig 1871, S. 332.
16. Walkhoff: Ein Beitrag zur Lehre von den Konturlinien und zur Physiologie des Zahnbeins. Dtsch. Monatsschr. f. Zahnheilk. Bd. 3, S. 575, 1887.
17. — Die normale Entwicklung und die Physiologie des Zahnbeins in den verschiedenen Altersperioden des Menschen. Dtsch. Monatsschr. f. Zahnheilk. 1887, Bd. 5, S. 246 und 304.
18. — Die normale Histologie menschlicher Zähne. Leipzig 1924.
19. — Ueber den feineren Bau der Dentinkanälchen Oesterr.-Ung. Viertelj. Schr. f. Zahnheilk. 1914, S. 23.
20. — Normales und transparentes Dentin. Dtsche. Monatsschr. f. Zahnheilk. 1916, S. 451.
21. — Neue Untersuchungen über den feineren Bau der Dentinkanälchen. Dtsche Monatsschr. f. Zahnheilk. 1924.

Abb. 2: Zahnschliff-Präparat.
1) Grundsubstanz
(a, b, c) (Zahndentinkanälchen)

Abb. 3: Zahnschliffpräparat.
1 — leerer Raum durch Schrumpfung der Faser entstanden.
a, b, c zeigen die verschiedenen Stadien der Schrumpfung.

Abb. 4.
Zahnschnittpräparat nach Schmorl gefärbt.
a) (Grundsubstanz) b) (leere Dentinkanälchen)

Lebenslauf

Ich. Iwan R a d e f f, wurde am 25. April 1909 als Sohn des Gutsbesitzers Dragan Radeff, zu Daskot (Bulgarien) geboren.

Nach vierjährigem Besuch der Volksschule trat ich im Jahre 1920 ins Gymnasium zu Groß-Tirnowo ein und erhielt im Jahre 1928 das Zeugnis der Reife.

Hierauf widmete ich mich dem Studium der Zahnheilkunde und bezog zu diesem Zwecke im S. S. 1929 die Universität Würzburg, an welcher Universität ich im S. S. 1930 die zahnärztliche Vorprüfung und im W. S. 32/33 mein Staatsexamen bestand.

Ich versichere hiermit ehrenwörtlich, daß ich diese vorliegende Arbeit selbständig angefertigt habe.

Iwan Radeff.